

ANALISIS PENELITIAN PENENTUAN TINGGI PERMUKAAN TANAH
MENGUNAKAN GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM)



LAPORAN TUGAS AKHIR

Dibuat untuk memenuhi syarat menyelesaikan gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

Oleh:

ANITYA TORANDA LITERA
(2003110101)

UNIVERSITAS SEBELAS MARET
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2006

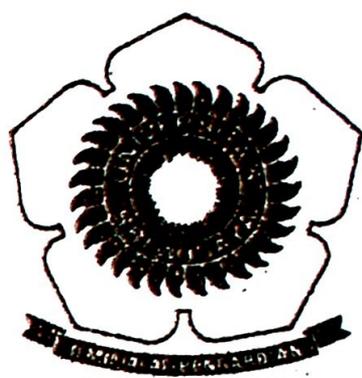
5
526.907
Put



ANALISIS KETELITIAN PENENTUAN TINGGI PERMUKAAN TANAH
MENGUNAKAN GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM)

2006

R 15304
15666



LAPORAN TUGAS AKHIR

Dibuat untuk memenuhi syarat mendapatkan gelar
Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

Oleh:

ADITIYA YOLANDA PUTRA
03023110101

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2006

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : ADITIYA YOLANDA PUTRA
NIM : 03023110181
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
**JUDUL : ANALISIS KETELITIAN PENENTUAN TINGGI
PERMUKAAN TANAH MENGGUNAKAN GPS
(GLOBAL POSITIONING SYSTEM)**

Indralaya, Oktober 2006

Ketua Jurusan,



**Ir. H. Imrou Fikri Astira, MS
NIP. 131 472 645**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

**NAMA : ADITYA YOLANDA PUTRA
NIM : 03023110101
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
JUDUL : ANALISIS KETELITIAN PENENTUAN TINGGI
PERMUKAAN TANAH MENGGUNAKAN GPS
(GLOBAL POSITIONING SYSTEM)**

Indralaya, Oktober 2006

Dosen Pembimbing,


**Dr. Ir. Dinar Dwi Anugrah Putranto, MSPJ
NIP. 131 602 983**

Motto :

Dalam hidup, kita harus berusaha untuk jadi yang terbaik, selalu ingat kepada ALLAH karena setiap usaha yang dilakukan dengan sungguh-sungguh maka ALLAH akan meridhoinya. (5V3 ;>_ <; 4dIT)

Kupersembahkan untuk,

- © *Kedua Orang Tuaku yang telah mencurahkan seluruh kasih sayang & doa restunya*
- © *Adik-adikku (Teddy, Imam, & Uti), atas dukungan & motivasi, serta "Arsitek" dalam membangun kepercayaan hidup.*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah Robbil A'lamini, segala puji dan syukur bagi Allah SWT atas rahmat dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, serta shalawat dan salam semoga tetap dilimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Tugas akhir ini dibuat guna memenuhi persyaratan untuk mengikuti ujian sarjana pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Judul penelitian tugas akhir tersebut adalah **ANALISIS KETELITIAN PENENTUAN TINGGI PERMUKAAN TANAH MENGGUNAKAN GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM)**.

Di dalam penulisan tugas akhir ini penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dan kekeliruan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran-saran dan kritik serta bimbingan dari semua pihak yang sifatnya membangun.

Atas segala bantuan dan bimbingan serta saran-saran yang telah diberikan kepada penulis, maka pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Hasan Basri, Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. Dinar Dwi Anugerah Putranto, MSPj, selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah banyak memberikan saran dan meluangkan waktu selama penelitian untuk membimbing penulis.
3. Bapak Ir. H. Imron Fikri Astira, MS, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Bapak Taufik Ari Gunawan, ST, MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil.
4. Bapak dan Ibu Dosen Penguji yang telah bersedia meluangkan waktu untuk menguji dan mengoreksi tugas akhir ini.
5. Seluruh Dosen dan staf tata usaha Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Ir. Abdurrahman, Staf dan Administrasi Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (BAPPEDA) Kabupaten Ogan Ilir.

7. Kepala Biro Administrasi Umum Universitas Sriwijaya yang telah memberikan izin penelitian di lingkungan Universitas Sriwijaya.
8. Seluruh Teknisi Laboratorium yang telah membantu selama penelitian.
9. Papa, Mama, dan adik-adik ku,. untuk segala ridho, dukungan, semangat dan kasih sayangmu. Serta May (5V3....^_^) Fitriani Srg, arsitek dalam membangun kepercayaan hidup.
10. Agus Salim, Ahmad Fauzi, Herdian Gumay, Anggi Akbar, Muklis Susanto, Anam Bastari, Febby Martisari, Ade Ersi, Safransyah, Eenk'04, Dede'04, Sudirman'04, Ebha dan rekan-rekan angkatan 2002 Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya .
11. Seluruh pihak-pihak lain yang telah banyak membantu, memotivasi serta memberikan semangat kepada penulis untuk dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir ini.

Akhirnya dengan segala kekurangan dan kesalahan yang ada, penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan informasi pada dunia pengetahuan umum dan ketekniksipilan dan semua pihak yang memerlukannya, serta dapat dipergunakan sebaik-baiknya. Amin.

Indralaya, Oktober 2006

Aditiya Yolanda Putra
03023110101

| | |
|---|-----------|
| 2.6.2. Pengukuran Beda Tinggi dengan GPS | 17 |
| 2.6.3. Karakteristik Survei GPS | 21 |
| 2.7. Studi Geoid..... | 24 |
| 2.7.1. Kebutuhan Akan Geoid..... | 25 |
| 2.7.2. Teknik Penentuan Geoid | 26 |
| 2.8. Kesalahan- Kesalahan dalam Pengukuran | 28 |
| 2.8.1. Kesalahan Petugas..... | 28 |
| 2.8.2. Kesalahan Instrument..... | 29 |
| 2.8.3. Kesalahan Alami | 29 |
| 2.8.4. Kesalahan Sistematis..... | 30 |
| 2.8.5. Kesalahan Tak Terduga..... | 30 |
| 2.9. Perhitungan Simpangan (varian)..... | 30 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | 32 |
| 3.1. Perencanaan dan Persiapan Survei..... | 33 |
| 3.1.1. Peralatan..... | 33 |
| 3.1.2. Peralatan Pelengkap | 34 |
| 3.1.3. Strategi Pengamatan | 35 |
| 3.1.4. Pengolahan Data | 38 |
| 3.2. Pengamatan di Lapangan | 38 |
| 3.3. Pengolahan Data | 40 |
| 3.4. Pelaporan..... | 41 |
| 3.4.1. Tahap Pendokumentasian..... | 41 |
| 3.4.2. Tahap pembuatan Laporan..... | 42 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 43 |
| 4.1. Hasil Penelitian | 43 |
| 4.2. Pengolahan Data | 44 |
| 4.2.1. Hasil Perhitungan Penentuan Beda tinggi Pengukuran Double Stand..... | 44 |
| 4.2.2. Hasil Perhitungan Penentuan Beda Tinggi dengan alat GPS Tipe Differensial | 45 |

| | |
|---|-------------|
| 4.3. Menghitung Undulasi Geoid pada Lokasi Pengukuran | 51 |
| 4.4. Analisis Ketelitian | 52 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 55 |
| 5.1. Kesimpulan | 55 |
| 5.2. Saran | 55 |
| DAFTAR PUSTAKA | xiii |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|---|---------|
| 2.1 Alat Ukur Beda Tinggi (Waterpass)..... | 9 |
| 2.2 Alat GPS..... | 9 |
| 2.3 Pengukuran dua titik | 15 |
| 2.4 Prinsip dasar penentuan posisi dengan GPS (pendekatan vektor) | 17 |
| 2.5 Prinsip dasar penentuan posisi dengan GPS | 18 |
| 2.6 Metode dan sistem penentuan posisi dengan GPS (Langley, 1998) | 19 |
| 2.7 Hubungan Antara Tinggi Ellipsoid dan Tinggi Orhometrik..... | 20 |
| 2.8 Penentuan Posisi titik-titik dengan metode survei GPS | 22 |
| 2.9 Diagram Alir perhitungan koordinat titik-titik jaringan GPS | 23 |
| 3.1 Diagram Alir Penelitian..... | 32 |
| 3.2 (a). Waterpass (b). Alat GPS..... | 33 |
| 3.3 Metode Observasi Ganda | 36 |
| 3.4 Metode Stop-and-Go | 37 |
| 4.1 Hasil Pengamatan Titik SD-Titik Depan UNSRI | 45 |
| 4.2 Hasil Pengamatan Titik Depan UNSRI-Titik Rektorat..... | 46 |
| 4.3 Hasil Pengamatan Titik Depan UNSRI-Titik Jurusan Sipil..... | 46 |
| 4.4 Hasil Pengamatan Titik Depan UNSRI-Titik FKIP..... | 47 |
| 4.5 Hasil Pengamatan Titik Depan UNSRI-Titik Kedokteran Gigi..... | 47 |
| 4.6 Jaringan Titik BM | 52 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|---|---------|
| 2.1 Tingkat Ketelitian Pengukuran Sipat Datar | 12 |
| 2.2 Kategori survey GPS dan Tingkat yang sebaiknya dipenuhi..... | 24 |
| 4.1 Tinggi Titik BM dengan pengamatan Waterpass | 44 |
| 4.2 Pengamatan Tinggi titik SD- Titik Depan UNSRI | 48 |
| 4.3 Pengamatan Tinggi titik UNSRI- Titik-titik BM..... | 48 |
| 4.4 Tinggi Titik dengan Pengamatan GPS | 49 |
| 4.5 Perbandingan Hasil Pengamatan Tinggi Titik Alat GPS & Waterpass | 53 |
| 4.6 Besarnya varian masing-masing titik BM | 53 |
| 4.7 Besarnya kovarian masing-masing titik BM | 54 |

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Hasil Pengukuran & Pengolahan Data dengan Waterpass
- Lampiran 2 : Pengolahan data GPS menggunakan software Pinnacle
- Lmpiran 3 : Dokumentasi
- Lampiran 4 : Surat-surat pelaksanaan penelitian tugas akhir

ABSTRAK

Ketinggian permukaan tanah sangat mempengaruhi kondisi bangunan yang ada di atasnya. Proses pembangunan dapat terhambat jika informasi kondisi permukaan tanah di daerah tersebut lama atau bahkan sulit diperoleh. Dengan menggunakan teknik yang sesuai untuk mendapatkan informasi permukaan tanah biasa dilakukan tahapan pengukuran atau pemetaan, sehingga proses pembangunan dapat dilakukan dengan baik.

Untuk mendapat ketelitian tinggi permukaan tanah yang baik, hingga saat ini masih diyakini pemanfaatan teknik waterpassing adalah yang terbaik dalam pengukuran dan pemetaan. Mengingat pentingnya informasi permukaan tanah tersebut maka diperlukan metode pengamatan yang cepat dan teliti. Seiring dengan kemajuan teknologi dewasa ini, pengukuran dan pemetaan untuk mendapatkan kondisi permukaan tanah sudah banyak dikembangkan dengan mencoba menggunakan alat GPS (*Global Positioning System*).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menyebarkan 5 buah titik tetap yang terlebih dahulu diikatkan pada titik BM yang telah diketahui tinggi titiknya dan kemudian dilakukan pengukuran dengan metode Double-Stand menggunakan waterpass serta pengamatan dengan GPS tipe differensial.

Pada dasarnya tingkat ketelitian dari koordinat titik GPS akan dipengaruhi oleh besarnya undulasi geoid wilayah yang bersangkutan. Dengan menggunakan asumsi bahwa pengukuran waterpass dianggap yang benar, dengan ketelitian hingga $\pm 8\text{mm} \sqrt{D}$ (D = jarak dalam km), maka penyimpangan terhadap tinggi titik dari titik Bench Mark dari pengukuran yang dilakukan dengan menggunakan GPS dapat diketahui.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kondisi permukaan tanah pada umumnya sangat beragam, mulai dari daerah perbukitan, kawasan hutan, maupun dataran rendah. Proses pembangunan infrastruktur, baik itu pembangunan gedung, jalan, terminal, dan infrastruktur lain, pada umumnya memerlukan informasi kondisi permukaan tanah di daerah tersebut. Dengan menggunakan teknik yang sesuai untuk mendapatkan informasi permukaan tanah biasa dilakukan tahapan pengukuran atau pemetaan, sehingga proses pembangunan dapat tersebar ke berbagai lokasi yang sulit sekali pun.

Dalam bidang teknik sipil, rekayasa untuk mendapatkan kondisi topografi permukaan tanah biasa dilakukan dengan menggunakan bidang referensi permukaan laut rata-rata atau *Mean Sea Level (MSL)* yang dalam sistem referensi geodetik disimbolkan dengan dimensi h (tinggi) atau Z , dan untuk mendapat ketelitian yang baik, hingga saat ini masih diyakini pemanfaatan teknik waterpassing adalah yang terbaik (Schofield, 2005).

Dengan perkembangan teknologi dewasa ini, pengukuran dan pemetaan untuk mendapatkan kondisi permukaan tanah banyak dikembangkan dengan mencoba menggunakan alat GPS (*Global Positioning System*). Dan dari beberapa kasus koordinat kartesian dan koordinat geodetic, (X , Y) telah banyak ditentukan dengan menggunakan GPS. Sementara penentuan ketinggian suatu titik dengan GPS direferensikan terhadap bidang ellipsoid, dimana permukaan bumi sendiri bukan merupakan bidang ellipsoid. Untuk itu diperlukan transformasi dari tinggi yang didapat dari bidang ellipsoid pada pengukuran dengan menggunakan GPS, kebidang permukaan bumi sebenarnya, yang disebut bidang geoid. Geoid disebut sebagai model bumi yang mendekati sesungguhnya. Lebih jauh geoid dapat didefinisikan sebagai bidang ekipotensial yang berimpit dengan permukaan laut pada saat keadaan tenang dan tanpa gangguan, karena itu secara praktis geoid dianggap berhimpit dengan permukaan laut rata-rata (Mean sea level-MSL). Jarak geoid terhadap ellipsoid disebut Undulasi geoid (N). Nilai dari undulasi geoid tidak sama disemua tempat, hal ini disebabkan ketidakseragaman sebaran densitas massa

bumi. Untuk keperluan aplikasi geodesi, geofisika dan oseanografi dibutuhkan geoid dengan ketelitian yang cukup tinggi. Seandainya titik-titik dalam jaringan GPS merupakan titik-titik tinggi yang didapat dari menggunakan GPS dan apabila besarnya *undulasi geoid* dalam wilayah cakupan jaringan tersebut dapat dihitung maka, beda tinggi *orthometrik* antar titik dapat pula ditentukan. Atas dasar tersebut perlu diketahui nilai undulasi geoid pada suatu kawasan, sehingga besarnya penentuan tinggi dengan GPS dapat ditentukan.

1.2. Perumusan Masalah

Dalam survey penentuan tinggi permukaan tanah dengan menggunakan GPS minimal harus ada satu titik tetap yang digunakan sebagai acuan, dimana biasanya diambil dari sebaran titik tinggi yang telah diketahui ketinggiannya di sekitar lokasi pengukuran. Penggunaan teknologi GPS dalam penentuan tinggi orthometrik untuk berbagai keperluan praktis, seperti rekayasa, survei, dan pemetaan membutuhkan informasi geoid teliti. Hal ini disebabkan karena tinggi yang diukur dengan GPS adalah bersifat geometrik karena mengacu pada bidang matematis ellipsoid. Sedangkan tinggi yang diperlukan untuk keperluan praktis adalah tinggi yang mempunyai arti fisik sebenarnya di permukaan bumi, yaitu yang biasa disebut tinggi orthometrik di mana bidang acuannya adalah geoid. Beda tinggi antara ellipsoid dan tinggi geoid sangat bervariasi dan besarnya bisa mencapai puluhan meter, sehingga pemakaian langsung tinggi hasil pengukuran GPS (tinggi ellipsoid), bisa menyebabkan penyimpangan puluhan meter terhadap tinggi sebenarnya. Karena tingkat ketelitian dari koordinat titik GPS akan dipengaruhi oleh besarnya undulasi geoid wilayah yang bersangkutan. Atas dasar tersebut, masalahnya adalah seberapa besar ketelitian penentuan tinggi permukaan tanah apabila pengukuran dilakukan dengan menggunakan GPS.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- (1) Mengukur tinggi permukaan tanah dengan menggunakan GPS
- (2) Menghitung besarnya undulasi geoid pada lokasi pengukuran

- (3) Mengetahui seberapa besar tingkat ketelitian alat GPS untuk penentuan tinggi permukaan tanah.

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

- (1) Memberikan masukan teknik penentuan tinggi menggunakan GPS
- (2) Menyajikan cara penghitungan geoid pada suatu titik.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Penulisan laporan tugas akhir ini didasarkan pada pelaksanaan penelitian survey penentuan tinggi permukaan tanah dengan menggunakan alat GPS dan Waterpass untuk mendapatkan koordinat titik Z. Koordinat titik Z yang diukur dengan GPS akan dipengaruhi oleh besarnya undulasi geoid wilayah yang bersangkutan. Selain itu dengan perkembangan metoda kinematik GPS yang dapat menghasilkan tinggi hingga tingkat centimeter semakin menarik minat pengguna GPS untuk menggunakan GPS dalam penentuan tinggi orthometrik. Selain berfungsi untuk penentuan tinggi ortometrik, geoid juga diperlukan dalam unifikasi sistem datum tinggi. Dari hasil penelitian ini akan diketahui seberapa besar ketelitian penentuan tinggi permukaan tanah apabila pengukuran dilakukan dengan menggunakan GPS.

1.5. Sistematika Penulisan

Laporan Tugas Akhir ini dibagi menjadi lima bab dengan sistematika pembahasan sebagai berikut :

- a. Bab I, Pendahuluan. Pada bab ini berisi tentang latar belakang penelitian, tujuan penelitian, metodologi penelitian, ruang lingkup penelitian serta sistematika penulisan.
- b. Bab II, Tinjauan Pustaka. Bab ini berisi tentang teori umum penentuan tinggi permukaan tanah menggunakan GPS.
- c. Bab III, Metodologi Penelitian. Pada bab ini berisi tentang mengenai rancangan penelitian dan prosedur penelitian.
- d. Bab IV, Analisis dan Pembahasan. Pada bab ini berisi tentang hasil penelitian / pengamatan, dan pembahasan hasil penelitian.

- e. Bab V, Kesimpulan dan Saran. Pada bab berisi tentang kesimpulan dari hasil penelitian sesuai dengan permasalahan dan tujuan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Hasanuddin.Z, 2002, Andrew Jones, and Joenil Kahar, *Survei dengan GPS*. PT Pradnya Paramita, Jakarta
- Abidin, H. Z, 2000, *Penentuan Posisi dengan GPS dan Aplikasinya*. PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Abidin, H. Z, 2001, *Geodesi Satelit..* PT Pradnya Paramita, Jakarta.
- Freick, Heinz, 1979, *Ilmu dan Alat Ukur Tanah*. Kanisius, Yogyakarta.
- Kavanagh, F. Barry, 1997, *.Surveying with construction Applications, third Edition*. Prentice Hall. New Jersey.
- Putranto, Dinar D.A.,2004, *Buku Petunjuk Praktikum Survei Pengukuran*. Laboratorium Survei Pemetaan, Pengolahan Citra, dan Sistem Informasi Geospasial, Fakultas Teknik UNSRI, Palembang.
- Takasaki Masayoshi. Gayo Yusuf, Ir. M., *Pengukuran Topografi dan Teknik Pemetaan*. PT Pradnya Paramita, Jakarta.

